

ELENA PRESTINI

APPLICAZIONI DELL'ANALISI ARMONICA

Dalla risonanza magnetica alla TAC,
dalla cristallografia alla radioastronomia,
dalle telecomunicazioni alla musica sintetica



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

Indice

Presentazione (Alessandro Figà-Talamanca)

Prefazione

1	Introduzione all'analisi armonica	1
1.1	Serie di Fourier e formula di inversione	1
1.2	La funzione e il teorema di Dirichlet	6
1.3	Il fenomeno di Gibbs	8
1.4	Armonica fondamentale e armoniche superiori	11
1.5	La costruzione di una cantina ovvero la propagazione del calore attraverso la crosta terrestre	11
1.6	Trasformata e antitrasformata di Fourier	13
1.7	La trasformata di Fourier in ottica	17
2	Joseph Fourier: l'uomo e il matematico	25
2.1	Una vita avvincente come un film d'avventure	25
2.2	Gli inizi	25
2.3	Il rivoluzionario	27
2.4	All'Ecole Normale	28
2.5	Fourier agente del Terrore	29
2.6	Fourier, Napoleone e la campagna d'Egitto	30
2.7	La disputa sulla <i>Teoria analitica del calore</i>	31
2.8	Fourier e i "cento giorni"	34
2.9	A Parigi	35
3	I segnali e la trasformata di Fourier	37
3.1	Esempi di segnali	37
3.2	Tavole della trasformata di Fourier	39
3.3	Delta di Dirac, funzioni a pettine e reticoli	42
3.4	Filtri e rumore	44
3.5	Campionamento e quantizzazione	47
3.6	La trasformata di Fourier discreta	50
3.7	La trasformata rapida di Fourier	53
3.8	Propulsione spaziale, <i>boosters</i> e l'incidente del Challenger	56

4	L'analisi del suono e i sintetizzatori di musica elettronica	61
4.1	Analisi armonica del suono	61
4.2	Altezza, intensità e timbro	63
4.3	I sintetizzatori di musica elettronica	64
4.4	La scala temperata	66
4.5	Sintesi addittiva	68
4.6	Sintesi sottrattiva e modulazione di frequenza	72
4.7	MARS, la stazione di lavoro musicale	75
5	La cristallografia e il problema della fase	77
5.1	La cristallografia da Steno a Laue	77
5.2	La legge di Bragg	80
5.3	Come vedere l'invisibile	85
5.4	Il problema della fase e i metodi diretti	87
5.5	Struttura delle proteine e metodo degli atomi pesanti	88
5.6	Breve storia della genetica	91
5.7	Il DNA ai raggi X	94
6	La trasformata di Radon e la TAC	97
6.1	La tomografia assiale computerizzata	97
6.2	La trasformata di Radon	100
6.3	La trasformata di Fourier e il teorema della proiezione	102
6.4	Immagini TAC	104
6.5	Problematiche della TAC cardiovascolare	107
7	La risonanza magnetica nucleare	111
7.1	Spettroscopia e tomografia	111
7.2	La TAC e la RMN per immagini	112
7.3	Sui campi magnetici della RMN	114
7.4	L'altalena e il fenomeno della risonanza	115
7.5	La trottola e il moto di precessione	115
7.6	La frequenza di Larmor e il fenomeno della risonanza nella RMN	116
7.7	Il processo di rilassamento	117
7.8	Il segnale di precessione libera e il principio di formazione delle immagini	120
7.9	Immagini RMN	122
8	La radioastronomia	127
8.1	Le osservazioni astronomiche	127
8.2	La nascita della radioastronomia	130
8.3	Il più mortificante episodio della storia navale inglese e il radar	132
8.4	Onde radio e radiotelescopi	134
8.5	Potere risolutivo	135
8.6	Interferometria	137
8.7	Il principio di formazione dell'immagine	139
8.8	Sintesi d'apertura	141
8.9	Sintesi per rotazione terrestre	142
8.10	I trofei della radioastronomia: quasar, pulsar e Big Bang	143
	Bibliografia	149
	Indice analitico	155